



**ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT
BAMBU DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY
BERBASIS EPOXIDIZED SOYBEAN OIL SEBAGAI BAHAN
ALTERNATIF LAMBUNG KAPAL**

HAFIDZ HILMANSYAH

2210313065

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2026**



**ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT
BAMBU DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY
BERBASIS *EPOXIDIZED SOYBEAN OIL* SEBAGAI BAHAN
ALTERNATIF LAMBUNG KAPAL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

HAFIDZ HILMANSYAH

2210313065

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Hafidz Hilmansyah

NIM : 2210313065

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi: ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT BAMBU DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY BERBASIS *EPOXIDIZED SOYBEAN OIL* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF LAMBUNG KAPAL

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., MT.

Penguji Utama



Sabila Fitri Afsari, S.T., M. T

Penguji Lembaga



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T

Dekan Fakultas Teknik



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D

Penguji Pembimbing



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., MT.

Kepala Program Studi

Ditetapkan di:

Tanggal Ujian: 14 Juli 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT BAMBU
DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY BERBASIS
EPOXIDIZED SOYBEAN OIL SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF
LAMBUNG KAPAL

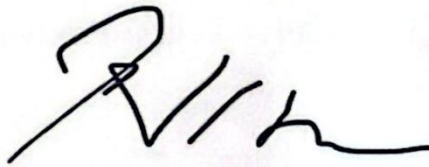
Disusun Oleh:

Hafidz Hilmansyah

2210313065

Menyetujui,

Pembimbing I



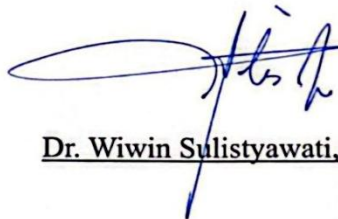
Dr. Eng. Noverdo Saputra, ST. M.Eng

Pembimbing II



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., MT.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Hafidz Hilmansyah

NIM : 2210313065

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan di proses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 14 Juli 2026

Yang menyatakan,



Hafidz Hilmansyah

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hafidz Hilmansyah

NIM : 2210313065

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT BAMBU DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY BERBASIS EPOXIDIZED SOYBEAN OIL SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF LAMBUNG KAPAL

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 14 Juli 2026

Yang menyatakan,



Hafidz/Hilmansyah

ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT BAMBU DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY BERBASIS *EPOXIDIZED SOYBEAN OIL* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF LAMBUNG KAPAL

Hafidz Hilmansyah

ABSTRAK

Kebutuhan akan material lambung kapal yang ringan dan ramah lingkungan mendorong pencarian bahan alternatif untuk menggantikan *fiberglass reinforced plastic* (FRP). Komposit berpenguat serat alam menjadi opsi potensial, tetapi pengembangannya masih terhambat oleh variabilitas sifat mekanis dan keterbatasan data validasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis efek hibridisasi serat bambu–kenaf serta kadar *Epoxidized Soybean Oil* (ESO) dalam matriks bio-epoksi terhadap kekuatan tarik biokomposit, sekaligus menguji kelayakannya terhadap regulasi Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Pengujian mekanis berbasis ASTM D3039 diterapkan pada tiga variasi sampel V1 (serat 20%, ESO 10%), V2 (serat 15%, ESO 15%), dan V3 (serat 10%, ESO 20%) yang kemudian divalidasi lewat simulasi metode elemen hingga menggunakan software Abaqus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Variasi 1 (V1) mencatatkan performa mekanis paling unggul dengan nilai rata-rata UTS mencapai 114 MPa dan Modulus Plastis sebesar 773 MPa, yang membuktikan bahwa peningkatan fraksi serat efektif memperkuat material. Model komputasi juga memperlihatkan tingkat presisi tinggi dengan margin *error* rata-rata yang sangat minim di kisaran 4,7% sampai 6,3%. Evaluasi terhadap regulasi BKI mengonfirmasi bahwa seluruh variasi sukses melewati ambang batas kekuatan tarik minimum. Namun, analisis keselamatan menunjukkan hanya kelompok V1 dan V2 yang berada pada rentang aman, sedangkan V3 telah menyentuh batas kritis. Studi ini menyimpulkan bahwa optimasi komposisi menentukan kelayakan struktural, di mana biokomposit hibrida berbasis ESO ini sangat berpotensi sebagai material alternatif lambung kapal ukuran kecil atau komponen non-struktural, dengan V1 sebagai konfigurasi paling optimal.

Kata Kunci: Biokomposit Hibrida, Serat Bambu-Kenaf, Epoxidized Soybean Oil, Simulasi Abaqus, Lambung Kapal.

ANALYSIS OF TENSILE PROPERTIES OF BAMBOO AND KENAF FIBER HYBRID BIOCOMPOSITE WITH EPOXIDIZED SOYBEAN OIL-BASED BIO-EPOXY MATRIX AS AN ALTERNATIVE SHIP HULL MATERIAL

Hafidz Hilmansyah

ABSTRACT

The demand for lightweight and environmentally friendly ship hull materials has driven the search for alternative materials to replace fiberglass reinforced plastic (FRP). Natural fiber-reinforced composites have emerged as a promising option; however, their development remains constrained by the variability of mechanical properties and limited validation data. This study aims to analyze the effects of bamboo–kenaf fiber hybridization and Epoxidized Soybean Oil (ESO) content within a bio-epoxy matrix on the tensile strength and plastic modulus of hybrid biocomposites while evaluating their compliance with the Bureau Classification of Indonesia (BKI) regulations. ASTM D3039 tensile testing was conducted on three specimen variations: V1 (20% fiber, 10% ESO), V2 (15% fiber, 15% ESO), and V3 (10% fiber, 20% ESO). The experimental results were validated using finite element simulations in Abaqus software. Variation 1 (V1) exhibited the highest mechanical performance, achieving an average Ultimate Tensile Strength (UTS) of 114 MPa and a Plastic Modulus of 773 MPa, demonstrating that a higher fiber volume fraction effectively improved tensile performance. Numerical validation showed good agreement with the experimental results, with an average error ranging from 4.7% to 6.3%. Furthermore, all variations exceeded the minimum tensile strength requirement specified by BKI. Safety evaluation indicated that V1 and V2 remained within the acceptable range, whereas V3 reached the critical limit. Therefore, the ESO-based bamboo–kenaf hybrid biocomposite demonstrates strong potential as an alternative material for small-scale ship hulls and non-structural marine components, with V1 identified as the optimum composition.

Keywords: *Hybrid Biocomposite, Bamboo–Kenaf Fiber, Epoxidized Soybean Oil, Abaqus Simulation, Ship Hull.*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb

Bismillahirrahmannirahim, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, tuhan yang maha esa, atas rahmat dan karunianya nya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan skripsi dengan tepat waktu serta sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku di Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Laporan skripsi ini berjudul “ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT BAMBU DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY BERBASIS EPOXIDIZED SOYBEAN OIL SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF LAMBUNG KAPAL” yang disusun sebagai salah satu persyaratan dalam pelaksanaan sidang seminar hasil.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis telah banyak menerima bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu wiwi indrawati dan bapa Aldiansyah selaku kedua orang tua terhebat yang selalu menjadi rumah tempat penulis mengadu dan menepi dari segala lelah. Terima kasih atas setiap jerih payah, doa, dan perjuangan tiada henti demi memperjuangkan pendidikan penulis, serta kasih sayang tak terhingga yang menjadi penyemangat utama hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Bapak Dr.Eng, Noverdo Saputra, S.T., M.Eng., selaku dosen 1 pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan laporan ini.
4. Bapak Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku dosen 2 pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan laporan ini.
5. Virgani kenesya pinaring gusti selaku kekasih penulis, yang tak pernah lelah menjadi tempat berlabuh terhangat bagi penulis. Terima kasih telah hadir sebagai pelukan tenang di tengah riuh dan lelahnya proses penyusunan skripsi, menjadi pendengar setia di saat air mata dan rasa bingung datang melanda, serta menjadi alasan manis yang selalu menguatkan langkah penulis untuk berjuang menyelesaikan laporan ini tepat pada waktunya.

6. Saudara – saudari Maritim UPN Veteran Jakarta angkatan 2022 yang telah tumbuh dan berproses bersama selama masa perkuliahan, serta senantiasa memberikan bantuan, motivasi, dan kebersamaan hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
7. Serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang penulis tidak bisa menyebutkan satu per satu.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Reasearch Gap	5
1.7 Hipotesis Penelitian.....	7
1.8 Sistematika Penulisan.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Komposit Dan Bio Komposit	9
2.1.1 Komposit.....	9
2.1.2 Bio Komposit.....	10
2.1.3 Mekanisme pembentukan bio komposit	10
2.2 Kontribusi Serat Alami Terhadap Penguat Komposit.....	11
2.2.1 Karakteristik Serat Alami.....	11
2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Sifat Mekanik Serat Alami.....	12
2.2.3 Serat Bambu (Bambo Fiber)	13
2.2.4 Serat Kenaf (Kenaf Fiber).....	15
2.2.5 Bio Komposit Hibrida.....	16

2.3 Matriks Epoxidized Soybean Oil (ESO)	16
2.3.1 Peran ESO dalam Sistem Matriks Hibrida (<i>ESO - Epoxy</i>)	17
2.3.2 Sifat Mekanik dan Termal Epoxidized Soybean Oil ESO	18
2.3.3 Pengaruh Variasi ESO Terhadap Sifat Mekanik Komposit	18
2.4 Resin <i>Epoxy</i> Dalam Sistem Matriks	19
2.5 Sifat Tarik (<i>Tensile Properties</i>).....	20
2.5.1 Pengertian Uji Tarik.....	20
2.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Sifat Tarik Bio Komposit	21
2.5.3 Standar pengujian Sifat Tarik.....	22
2.6 <i>Finite Element Method</i> (FEM)	24
2.7 ABAQUS.....	25
2.8 Validasi Model Numerik Terhadap Eksperimen.....	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	28
3.2 Diagram Alir Metode Penelitian.....	29
3.3 Variabel Penelitian.....	30
3.3.1 Variabel Bebas	30
3.3.2 Variabel Terikat	30
3.3.3 Variabel Terkontrol	30
3.4 Variasi Komposisi dan Perhitungan berat spesimen	31
3.3 Peralatan Dan Bahan	31
3.5 Fabrikasi Spesimen.....	33
3.6 Prosedur Pengujian Tarik.....	33
3.7 Analisis Data.....	33
3.8 Metode Simulasi abaqus.....	34
3.9 Metode Validasi	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil dan Proses Fabrikasi	37
4.1.1 Proses Fabrikasi	38
4.1.2 Hasil Fabrikasi Spesimen.....	40
4.2 Pengujian Tarik.....	41
4.2.1 Hasil Pengujian Tarik.....	42
4.2.2 Analaisis Hasil Pengujian	47
4.3 Pengaruh Variasi Komposisi Fraksi Serat dan ESO Pada Sifat Tarik.	54

4.3.1 Pengaruh Fraksi Serat Terhadap Kekuatan Tarik.....	54
4.3.2 Pengaruh Kandungan ESO Terhadap Plastisitas dan Elongasi.....	55
4.4 Validasi Metode Simulasi Abaqus	57
4.4.1 Data Validasi Metode Simulasi Abaqus	58
4.4.2 Pemodelan Gemoetri dan Material di Abaqus Sesuai Data Jurnal	59
4.4.3 Validasi Metode Abaqus	60
4.4.4 Hasil Simulasi dan Perbandingan dengan Jurnal	62
4.5 Simulasi Numerik Abaqus untuk Spesimen Eksperimen	63
4.5.1 Pemodelan dan Meshing.....	64
4.5.4 Kondisi Batas dan Pembebanan.....	65
4.5.3 Tegangan Regangan setiap Variasi.....	66
4.5.4 Hasil Kontur Tegangan Pada Setiap Variasi	69
4.6 Perbandingan Hasil Eksperimen dan Simulasi.....	73
4.6.1 Perbandingan Ultimate Tensile Strength (UTS)	73
4.6.2 Perbandingan Modulus Plastis.....	75
4.6.3 Analisis Karakteristik Kurva Tegangan-Regangan.....	76
4.7 Evaluasi Kelayakan Terhadap Standar Biro Klasifikasi Indonesia	80
4.7.1 Pendekatan Evaluasi Kelayakan	80
4.7.2 Perhitungan Rz Minimum dan Perbandingan dengan UTS Eksperimen	81
4.7.3 Kesimpulan Evaluasi Kelayakan.....	82
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar dimensi Spesimen Uji Tarik (ASTM D3039).....	22
Tabel 3. 1 Perhitungan dan Komposisi Spesimen tiap Variasi	31
Tabel 4. 1 Dimensi Pengujian.....	41
Tabel 4. 2 Data Hasil Variasi 1	42
Tabel 4. 3 Hasil pengujian Variasi 2	44
Tabel 4. 4 Hasil pengujian Variasi 3	45
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian.....	47
Tabel 4. 6 Rata rata Ultimate Tensile Strength pervariasi	48
Tabel 4. 7 Rata rata Hasil Yield Strength	49
Tabel 4. 8 Data Modulus Elastisitas Hasil Uji Tarik per Spesimen.....	51
Tabel 4. 9 Data Rata rata Modulus Elastis.....	52
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Rata-rata Sifat Tarik per Variasi.....	55
Tabel 4. 11 Dimensi Spesimen dan Kondisi Pengujian Tarik (Ismail et al., 2019)	59
Tabel 4. 12 Hasil mises stress terhadap variasi jumlah mesh.....	61
Tabel 4. 13 kurva konvergensi mesh	61
Tabel 4. 14 Perbandingan Hasil Validasi	63
Tabel 4. 15 Mesh Sensitiv.....	65
Tabel 4. 16 Perbandingan Ultimate Tensile Strength	73
Tabel 4. 17 Perbandingan Modulus Plastis.....	75
Tabel 4. 18 Perbandingan UTS Eksperimen terhadap Rz minimum BKI (Ekstrapolasi)	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Serat Bambu.....	13
Gambar 2. 2 Serat Kenaf	15
Gambar 2. 3 Resin Epoxy	19
Gambar 2. 4 Perancangan Spesimen Uji Tarik	23
Gambar 2. 5 SIMulasi Abaqus	25
Gambar 2. 6 Skema Model Uji Tarik.....	26
Gambar 3. 1 Diagram Metode Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Peralatan Fabrikasi	32
Gambar 3. 3 Bahan Spesimen	32
Gambar 4. 2 treatment alkali terhadap serat bambu dan kenaf	37
Gambar 4. 3 Fraksi komposisi dan berat tiap variasi	38
Gambar 4. 4 pecampuran matriks pada serat dalam cetakan komposit.....	39
Gambar 4. 5 proses finishing pada spesimen yang sudah mengeras	40
Gambar 4. 6 Hasil fabrikasi setiap variasi.	40
Gambar 4. 7 Proses dan hasil pengujian spesimen.....	41
Gambar 4. 8 Hasil Fisik Uji Tarik	42
Gambar 4. 9 Tegangan - Regangan V1	43
Gambar 4. 10 tegangan – reganga V2	44
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Variasi 3	46
Gambar 4. 12 Perbandingan kurva Tegangan - regangan antar variasi	46
Gambar 4. 13 Perbandingan UTS.....	48
Gambar 4. 14 Perbandingan Yield Strength	49
Gambar 4. 15 Perbandingan Modulus plastis.....	53
Gambar 4. 16 UTS rata rata biokomposit hibrida serat bambu dan kenaf	55
Gambar 4. 17 rata – rata modulus plastis antara variasi	56
Gambar 4. 18 rata - rata ELongasi antara variasi	57
Gambar 4. 19 Tren Modulus & Elongasi terhadap Kandungan ESO (%).....	57
Gambar 4. 20 Model Spesimen	59
Gambar 4. 21 pemodelan Bondary Condition.....	60

Gambar 4. 22 Hasil Meshing.....	61
Gambar 4. 23 kontur tegangan S misses.....	62
Gambar 4. 24 kurva Tegangan – Regangan.....	62
Gambar 4. 25 Model Spesimen	64
Gambar 4. 26 Final Mesh	65
Gambar 4. 27 pemodelan Bomdary Condition.....	66
Gambar 4. 28 strain stress variasi 1	67
Gambar 4. 29 strain stress variasi 2.....	68
Gambar 4. 30 strain stress variasi 3	69
Gambar 4. 31 Kontur tegangan Variasi 1	70
Gambar 4. 32 Kontur Tegangan Variasi 2	71
Gambar 4. 33 Kontur Tegangan variasi 3	72
Gambar 4. 34 Kurva tegangan Regangan rata – rata V1	77
Gambar 4. 35 Kurva tegangan Regangan rata – rata V2	78
Gambar 4. 36 Kurva tegangan Regangan rata – rata V3	79